

## Physikertag in Innsbruck

Osterreichische Physikalische Gesellschaft

DIENSTAG, DER 6. OKTOBER 1959

Vormittag

Vom 6. bis 8. Oktober 1959 fand in Innsbruck die Herbsttagung der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft statt. Alle Vorträge dieser Veranstaltung wurden in der Neuen Universität gehalten. Wie immer, wurden auch diesmal neben einer Reihe von Einzelvorträgen, die einen Überblick über die Forschungsarbeiten vorwiegend an österreichischen Hochschulinstituten vermittelten, einige Übersichtsvorträge gebracht. Zum Thema „Das atmosphärische Aerosol“ sprach einführend *E. Reeger*. *G. Stetter* berichtete über Kohlensäurekerne und *J. Schedling* über das langlebige radioaktive Aerosol. In weiteren Übersichtsvorträgen wurden von *L. Rinderer* Probleme der Physik tiefster Temperaturen und *J. Kolb* neue Ergebnisse in Physik und Anwendung des Ultraschalls behandelt.

In der am 7. Oktober abgehaltenen Jahreshauptversammlung gedachte der Vorsitzende der im Laufe des Jahres Verstorbenen und hielt einen Nachruf auf *A. Smekal*, der sich für Aufgaben der Gesellschaft stets in vorbildlicher Weise zur Verfügung stellte.

Eine Exkursion zu den Vorarlberger Ill-Werken bildete den Abschluß der Tagung. Allen Teilnehmern, die als Gäste der Ill-Werke Gelegenheit zur Besichtigung modernster Kraftwerke hatten, wird diese ebenso in bester Erinnerung bleiben wie die Fahrt über die Silvretta-Hochalpenstraße bei strahlendem Wetter.

Für den wohl gelungenen Verlauf der Veranstaltung ist vor allem *J. Kolb* mit seinen Mitarbeitern zu danken.

J. Wagner, Graz

E. REEGER (I. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Das atmosphärische Aerosol (ein Überblick).*

Einteilung der Aerosolteilchen nach verschiedenen Gesichtspunkten möglich: a) Größe, b) Herkunft, Zusammensetzung, c) Entstehung, d) Bedeutung, Wirkung, e) Unters.-Methoden (Meßgeräte). Die Größenklassen: die Kleinionen mit Radien unter  $0,1 \mu$ ; die Aitkenteilchen bis  $100 \mu$ ; die großen Teilchen bis  $1 \mu$ ; die Riesenteilchen bis  $10 \mu$ . Für luftelektr. Vorgänge sind fast nur die ersten zwei Klassen, für Meteorologie, Hygiene, Trübung fast nur die letzten zwei Klassen wichtig. Nach P. Hess werden sowohl die kleineren Teilchen als auch die ganz großen rascher aus der Atmosphäre entfernt als die großen und die Riesenteilchen. Von dem natürlichen Aerosol ist der extraterrestrische Anteil quantitativ unerheblich; vom terrestrischen Anteil entstammt der maritime fast nur dem Meerwasser, der kontinentale ist teils anorganisch (Verwitterung, Vulkanismus), teils organisch (tierisch, pflanzlich). Beim künstlichen (anthropogenen) Aerosol scheint es heute zweckmäßig, zu unterscheiden zwischen dem radioaktiven (durch Uranabbau, Reaktorbetrieb, Atombomben) und den übrigen (durch Verkehr, Verbrennung, industrielle Produktion). Die Aerosolteilchen entstehen teils durch Aufbau (Kondensation, Sublimation), teils durch Abbau (Verwitterung, Meerwasserversprühung), teils durch Koagulation („Mischteilchen“). In die Stratosphäre gelangte Teilchen (Atombomben, Vulkanausbrüche) können sich dort jahrelang halten. Visuelle Beobachtungen der Lufttrübung durch *Siedentopf* und *Reeger* aus dem Flugzeug mit gleichzeitiger Staubprobenentnahme zeigen deutliche, doch nicht zu enge Relationen zw. Trübung und Staubzahlen: während die visuelle Trübung in einer bestimmten Höhe (die im Sommer viel größer ist als im Winter) fast auf Null sinkt, zeigen die Staubzahlen eine eher stetige, im Mittel genähert *exponentielle* Abnahme mit der Höhe.

G. STETTER (I. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Die Kohlensäurekerne.*

Zu den atmosphärischen Schwebstoffen, die in bekannter Weise als Kondensationskerne — in der freien Atmosphäre wie auch in der Expansionskammer — in Erscheinung treten, kommt noch ein viel dichteres Aerosol, das sich nur deswegen der Beobachtung bisher entzogen hat, weil die Teilchen offenbar sehr klein sind. Bei ihrem Aufbau spielt das  $\text{CO}_2$  der Atmosphäre die wesentliche Rolle: „Kohlensäurekerne“.

Auf ihre Existenz schloß man auf Grund von  $\text{CO}_2$ -Bestimmungen, die je nach der Verteilung des  $\text{CO}_2$  auf die kolloidale und die gasförmige Phase unter bestimmten Bedingungen verschiedene Werte ergeben. Neuerdings ist es auch gelungen, die  $\text{CO}_2$ -Kerne auf Membranfiltern aufzufangen, wobei allerdings beachtet werden muß, daß sie sehr bald nach dem Absetzen zerfallen.

Eine sehr auffallende Eigenschaft ist die selektive Lichtempfindlichkeit der Kerne, welche derzeit das zentrale Problem der Untersuchungen darstellt.

J. A. SCHEDLING (I. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Über das langlebige radioaktive Aerosol.*

Die Untersuchung der atmosphärischen Radioaktivität hat seit der Durchführung von Kernwaffenexperimenten und der Errichtung von kerntechnischen Anlagen erhebliche Bedeutung erlangt. Sie erstreckt sich sowohl auf quantitative Messungen wie auch auf die Analyse der gesammelten Proben.



Über die heute in Verwendung stehenden Meßanordnungen wurde ein Überblick gegeben, und ein vom Verfasser entwickeltes Filterbandgerät mit schrittweisem Vorschub näher beschrieben. Die Meß- und Analysenresultate der letzten Jahre haben ferner gezeigt, daß fallweise starke Konzentrationen der Aktivität auf einzelnen Teilchen auftreten. Solche Partikel — sie werden derzeit „heiße Teilchen“ genannt — waren Gegenstand ausführlicher Untersuchungen im Hinblick auf die Größe der Teilchen und ihre Zusammensetzung. Über die Ergebnisse dieser Messungen wurde berichtet und anschließend eine Übersicht über die gegenwärtig herrschende Kontamination der Atmosphäre mit langlebigen Spaltprodukten gegeben.

## Nachmittag

### Einzelvorträge

Vorsitz: F. Regler (Wien)

B. HOLLERWÖGER (II. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Einfluß von Neutronenbestrahlung auf die Austenit-Martensit-Umwandlung.*

Vorgeschlagen von R. Mitsche (Mont. Hochschule Leoben), ausgeführt am II. Phys. Inst. d. Univ. Wien.

Der Mechanismus der Austenit-Martensit-Umwandlung. Cr-Stähle mit austenitischem Gefüge wandeln durch Abkühlen bis zu den Temperaturen der flüssigen Luft in Martensit um. Erklärung der Umwandlungskurven. Einfluß von Neutronenbestrahlung verschiedener Dosis ( $10^{16}$ ,  $10^{17}$  und  $10^{18}$  n/cm<sup>2</sup>) auf das Umwandlungsverhalten. Versuch einer Deutung der Bestrahlungserscheinungen.

F. WIESMÜLLER (II. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Graphische Orientierungsbestimmung auf Grund von Drehkristallaufnahmen.*

Die Orientierung eines drahtförmigen Einkristalles wird im allgemeinen durch Einzeichnung der Richtung der Drahtachse in die stereographische Projektion des Kristalles dargestellt. Es wurden Netze angegeben, die für kubische Kristalle die Auswertung auf Grund von Winkelmessungen wesentlich vereinfachen.

K. LINTNER (II. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Weitere Versuche zur Strahlenbeeinflussung von Metallen.* (Vortrag fiel aus)

I. HANKE (Phys. Inst. d. Univ. Graz): *Ermittlung der Störstellenverteilung in Kalzitkristallen mit Hilfe von Phasenkontrast- und Interferenzverfahren.*

An Hand von Mikrophotographien wurde gezeigt, daß durch Anätzen von unbearbeiteten Kalzit-Rhomboederspaltflächen mit stark verdünnten Essigsäurelösungen drei verschiedene Typen von Ätzgruben mit rhombischen Basisflächen ausgebildet werden. Diese lassen sich auf die Existenz dreier verschiedener Störstellensorten an der Oberfläche zurückführen und ermöglichen die Bestimmung der Störstellenflächendichte. Kleine Gitterstörungen treten an allen Spaltflächen mit einer Dichte von  $10^6$  bis  $10^7$ /cm<sup>2</sup> auf, während die Dichte grober Gitterstörungen zwischen  $10^2$  und  $5 \cdot 10^5$ /cm<sup>2</sup> liegt. Wegen der Ausbildung einer Treppenstruktur an den Ätzgrubenwänden bei längeren Ätzzeiten wird auf eine schichtartige Verteilung der Fehlstellen im Kristallinneren parallel zu den drei Rhomboederspaltflächen geschlossen. Die interferometrische Ausmessung ergibt, daß die Abstände störstellenfreier Gitterschichten in gewöhnlichem Kalzit zwischen 500 Å und 1200 Å, in nach-

leuchtendem Kalzit zwischen 300 Å und 800 Å schwanken. Die Materialabtragung innerhalb der Ätzgruben erfolgt im Bereiche geringer Konzentrationen ( $0,02\% \leq C \leq 0,1\%$ ) und kurzer Ätzzeiten ( $t \leq 60 \text{ sec}$ ) proportional der Konzentration und der dritten Potenz der Ätzzeit. Der Proportionalitätsfaktor wird durch die Ablösungsgeschwindigkeiten in drei aufeinander senkrechten Kristallrichtungen bestimmt. Beim Ätzen mechanisch deformierter Spaltflächen entstehen kristallographisch orientierte Ätzgrubensysteme. Diese weisen auf Fehlstellen hin, die von der Oberfläche einen Mindestabstand von 500 bis 1000 Å haben.

W. AMBACH (Phys. Inst. d. Univ. Innsbruck): *Studium des Wärmehaushaltes im Grönländischen Inlandeis.*

Als Beitrag Österreichs zum wissenschaftlichen Programm der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (EGIG) wurde der Versuch unternommen, den Energiehaushalt im Ablationsgebiet des Grönländischen Inlandeises zu bestimmen. Zur Ermittlung des Energiehaushaltes einer Eisfläche müssen alle physikalischen Prozesse numerisch erfaßt werden, die dem Eis Energie liefern oder entziehen. Das sind im einzelnen: Die Strahlung, die dynamische Konvektion, die Kondensation und Sublimation, die Schmelzung des Eises und der Wärmestrom, der von der Oberfläche ins Eis fließen kann.

Es wurden die angewendeten Meßmethoden und Meßgeräte besprochen, wobei auf die Sonderstellung des Grönlandeises für derartige Studien eingegangen wird.

Spezielle Untersuchungen wurden ausgeführt über die Strahlungsextinktion im Eis, den Schmelzwassergehalt des Schnees, den Mischungsweg für Wärme in der eisnahen Luftschicht und über den Energieumsatz bei der Bildung des aufgefrorenen Eises (superimposed ice) unter der Firndecke.

P. KLAUDY (Inst. f. Grundl. d. Elektrotech. d. TH Graz): *Über metallische Leiter sehr hoher Stromdichte.*

Die Strombelastung metallischer elektrischer Leiter für hohe Ströme, wie sie z. B. zur Herstellung stärkster magnetischer Felder, aber auch für andere Zwecke von Interesse sind, wird durch die Wärmeübergangszahl der Leiter gegenüber dem Kühlmittel sowie die thermomechanische Beanspruchung und Wärmeleitfähigkeit der Leiter nach oben hin begrenzt. Mit innen wassergekühlten Rohrleitern aus Kupfer gelingt es, Stromdichten von etwa  $10^9 \text{ A pro m}^2$  zu erreichen. Bei höheren Stromdichten kommt es zur Implosion der Leiter, weil dann die bei erhöhter Temperatur verminderte mechanische Druckfestigkeit des Kupfers dem Umgebungsdruck und den elektrodynamischen Stromkräften nicht mehr widersteht.

Will man noch höhere Stromdichten erreichen, so läßt sich dies durch Einbringen von kaltem Leitermaterial in die Strombahn erzielen. Die in dem durch den hohen Strom belasteten Leitungsabschnitt erzeugte Wärmemenge wird dann auf ein gegenüber dem stromdurchflossenen Volumen viel größeres Leitervolumen übertragen und von dessen großer Oberfläche an ein geeignetes Kühlmittel (z. B. Wasser) abgegeben. Für die erreichbare Stromdichte ergibt sich im Idealfall dann die Beziehung

$$|G| = \sqrt{(\vartheta_\sigma - \vartheta_w) c \delta v / \rho l},$$

in der  $\vartheta_\sigma$  die, mit Rücksicht auf die mechanische Beanspruchung höchst zulässige Temperatur des stromdurchflossenen Leitelements,  $\vartheta_w$  die Temperatur des Kühlmittels,  $c$  die spezifische Wärme,  $\delta$  die Dichte,  $v$  die Geschwindigkeit, mit der der Leiterersatz stattfindet,  $\rho$  den spezifischen Widerstand



und  $l$  die Länge des stromdurchflossenen Leiterstückes bedeuten. Gleichzeitiges Anwenden der Kühlung des stromdurchflossenen Leitervolumens und des Leiterersatzes erscheint nicht zweckmäßig. Die bei Anwendung des Leiterersatzes erreichbaren höchsten magnetischen Feldstärken sind nur durch die Geschwindigkeit des Leiterersatzes (Kontaktproblem) nach oben hin begrenzt; sie liegen höher als sie bei gekühlten Leitern verwirklicht werden können.

H. BIRGFELLNER (II. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Beitrag zum Exoelektronenproblem.*

Es wurde die Exoelektronenemission von röntgenstimulierten und anschließend geätzten Metallen in Abhängigkeit von der weggeätzten Schichtdicke untersucht. Dabei ergab sich, daß die Emission im allgemeinen mit zunehmender Schichtdicke rasch abnahm und nach Wegätzen von etwa  $20\ \mu$  völlig verschwand. Bei Automatenstahl jedoch konnte die Emission durch noch so langes Ätzen nicht zum Verschwinden gebracht werden. Es wird vermutet, daß Fehlstellen an den Korngrenzen oder an den Grenzen der im Metall vorhandenen Bleieinschlüsse für die Emission verantwortlich sind.

Vorsitz: R. Steinmaurer (Innsbruck)

H. WÄNKE und H. KÖNIG (MPI f. Chemie, Mainz): *Eine neue Methode zur Kalium/Argon-Altersbestimmung mittels Neutronenaktivierung und andere Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen der Edelgase.* (Vorgetr. von H. Wänke)

Unter allen Möglichkeiten zur geologischen Altersbestimmung kommt der Kalium/Argon-Methode besondere Bedeutung zu. Die experimentellen Erfordernisse sind aber in vielen Fällen ziemlich groß. Es wurde nun ein neues Verfahren entwickelt, das nicht nur alle bisherigen an Einfachheit übertrifft, sondern auch den größten Teil aller experimentellen Fehlerquellen ausschließt. Verwendet wurde Neutronenaktivierung; sowohl Kalium als auch Argon werden über radioaktive Argonisotope gemessen, und zwar Argon 40 über durch  $(n,\gamma)$  Reaktion entstehendes Argon 41 (1,8 Stunden Halbwertszeit) und Kalium über Argon 39 (260 Jahre Halbwertszeit), das aus Kalium 39 durch  $(n,p)$  Reaktion mit schnellen Neutronen bei der Bestrahlung im Reaktor entsteht. Da es für die Altersbestimmungen nur auf das Verhältnis der beiden Argonisotope Argon 39 zu Argon 41 ankommt, erscheint diese Methode besonders zuverlässig. Die auftretenden Argonisotope wurden unter Zusatz von Trägerargon gasanalytisch abgetrennt. Nebenbei ergibt sich in einem Arbeitsgang aus der Aktivität von Argon 37, das durch  $(n,\alpha)$  Reaktion aus Kalzium 40 entsteht, noch der Kalziumgehalt der Proben. Gleichzeitig läßt sich durch Isolierung der Isotope der schweren Edelgase Krypton und Xenon der für viele Probleme wichtige und häufig nur sehr schwer bestimmbare Urangehalt erhalten. So konnten über die Aktivität der bei der Uranspaltung auftretenden Xenonisotope 133 und 135 auch bei äußerst geringen Konzentrationen noch sehr genaue Uranbestimmungen durchgeführt werden. Die Anwendung dieses Verfahrens auf Untersuchungen an Meteoriten wurde kurz erwähnt.

H. WÄNKE und E. VILCSEK (MPI f. Chemie, Mainz): *Radioaktive Isotope als Reaktionsprodukte der Höhenstrahlung in Meteoriten.* (Vorgetr. von H. Wänke)

Während in den letzten Jahren stabile Isotope als Reaktionsprodukte der Höhenstrahlung in Meteoriten von verschiedenen Autoren gemessen wurden

(Helium 3, Helium 4, Neon 20, 21 und 22, Argon 36 und 38 und Scandium 45), sind die in Frage kommenden radioaktiven Reaktionsprodukte experimentell wesentlich schwieriger zu erfassen. Es besteht jedoch ein großes Interesse, die Aktivität solcher Kerne zu bestimmen, da sich einerseits bei Kenntnis der für ihre Bildung verantwortlichen Wirkungsquerschnitte sofort genaue Angaben über die Intensität der Höhenstrahlung im freien Welt-raum machen lassen, andererseits man in Kombination mit Bestimmungen der stabilen Folgeprodukte dieser Kerne sogenannte Strahlungsalter für die Meteorite angeben kann.

Das Bestrahlungsalter in Sekunden ist: Zahl der Atome des stabilen Folgeproduktes in Gramm dividiert durch die Anzahl der Zerfälle des aktiven Isotops je Gramm in Sekunde.

Es ist uns gelungen, Natrium 22 (Halbwertszeit von 2,6 Jahren) aus einem frisch gefallenen Meteoriten zu isolieren und die außerordentlich geringe Aktivität dieses Isotops zu messen (0,47 Imp/min. für 80 g Meteorit). Aus dem Verhältnis der Aktivität von Natrium 22 zu der Menge des Folgeprodukts Neon 22, welches ebenfalls gemessen wurde, konnte das Strahlungsalter (das ist die Zeit, die seit dem Aufbrechen des Meteoriten aus einem größeren Himmelskörper vergangen ist und seit der die Materie dieses Meteoriten der Höhenstrahlung ausgesetzt ist) für diesen Meteoriten ermittelt werden.

Ähnlich konnte aus dem Eisenmeteoriten Treysa Argon 39 (Halbwertszeit 260 Jahre) isoliert und gemessen werden.

G. TISLJAR (I. Phys. Inst. d. Univ. Wien): *Gehirnbestrahlung mit 900 MeV Alpha-Teilchen des 184 Zoll-Zyklotrons in Berkeley/Kalifornien.*

Der Kopf von Ratten wurde mit 900 MeV  $\alpha$ -Partikeln bestrahlt und die Auswirkungen elektroencephalographisch verfolgt. Um laufend beobachten zu können, wurde eine Anordnung getroffen, die das Registrieren von Gehirnwellen während der Bestrahlung gestattet. Dies erforderte sorgfältigste Abschirmung gegen das stark störende elektrische und magnetische Feld des Zyklotrons und Impulsübertragung vom Bestrahlungs- zum Meßraum. Die Abnahme der Potentiale erfolgte mittels unipolarer coaxialer (abgeschirmter) Nadelelektroden.

Es wurden Ganzgehirnbestrahlungen und Bestrahlung einer Hemisphäre allein durchgeführt. Die Intensität betrug 500—3000 rad/min. Ein Effekt der Doserate wurde nicht festgestellt. Ungefähr 100 000 rad machen das Gehirn isoelektrisch. Exitus tritt ungefähr nach weiteren 20 000 rad ein. Zwei Arten von Veränderungen im Gehirnstrombild wurden festgestellt. Bestrahlung einer Hemisphäre allein bedingt den gleichen Verlauf stark verzögert kontralateral.

Die Möglichkeit, hoch energetische geladene Teilchen scharf zu kollimieren, machen sie zur Erzeugung extrem kleiner Gehirnläsionen geeignet. Dies diene zur Zerstörung des Corpus Callosum. Bei derart vorbestrahlten Versuchstieren treten in der nicht bestrahlten Hemisphäre keine Veränderungen auf, vorausgesetzt, daß Oedemeffekte durch operatives Entfernen des Calvarium ausgeschaltet werden.

H. STRAUBEL (Vorderhindelang, Allgäu): *Die Stabilisierung größerer Teilchen in Wechselfeldern.*

Bekannt ist die schwebende Aufhängung elektrisch geladener Teilchen beim Millikan-Versuch. Hierbei können nur kleine Teilchen verwendet werden, da ihr Radius aus der Fallgeschwindigkeit bestimmt werden muß. Wie vom Verf. gefunden wurde, können auch Teilchen mit  $10^6$  mal größerer Masse „aufgehängt“ werden, wenn ein elektrisches Wechselfeld zur Anwen-



dung gelangt. Dabei werden die Teilchen in einen aus drei Elektroden bestehenden Kreislochblenden-Kondensator eingeworfen, dessen Mittelelektrode an einer (50 Hz)-Wechselspannung von 10—20 kV liegt, während die beiden äußeren Elektroden an eine Gleichspannung von 0—2 kV gelegt werden.

Gelangt ein Teilchen ungefähr in den Potential-Sattelpunkt der Mittelelektrode, so wird es bei passendem  $e/m$  dort eingefangen und bleibt dort schwingungsfrei, falls sein Gewicht durch ein an die äußeren Elektroden angelegtes Gleichfeld aufgehoben wird. Innerhalb eines durch die geometrischen Daten und  $eU/m\omega^2$  gegebenen Bereiches von 1—1,6 erfolgte Einfang und Ruhe im Mittelpunkt. Eine sehr kleine Vergrößerung über den Wert 1,6 hinaus veranlaßt den plötzlichen Einsatz einer Vertikalschwingung mit großer Amplitude. Der Sprungpunkt, d. h. der Schwingungseinsatz erlaubt z. B. die Bestimmung einer  $e/m$ -Änderung auf  $10^{-4}$ .

Das vom stillstehenden Teilchen bei Beleuchtung ausgehende Streulicht ermöglicht eine Bestimmung des Durchmessers bzw. der Masse, so daß über den Sprungpunkt  $e$  und  $m$  getrennt bestimmt werden können.

MITTWOCH, DER 7. OKTOBER 1959

Vormittag

Hauptvorträge

Vorsitz: L. Flamm (Wien)

L. RINDERER (Innsbruck, z. Zt. Lausanne): *Probleme der Physik tiefster Temperaturen.*

Vorsitz: F. Seidl (Wien)

J. KOLB (Innsbruck): *Neue Ergebnisse in Physik und Anwendung des Ultraschalls.*

Infolge der hohen Hysterese- und Wirbelstromverluste wird bei den magnetostriktiven Gebern die obere Frequenzgrenze auf maximal 300 Kilo-Hertz festgelegt. Durch geeignete Legierungen (Co-Ni; Al-Fe) und sorgfältige Vergütung, besonders aber durch Ferrite, erreicht man bessere magnetische Eigenschaften und wesentlich geringere Verluste als bei reinem Nickel.

Unter den piezoelektrischen Gebern erlangten polykristalline (gesinterte und vorpolarisierte) Materialien, darunter in erster Linie Barium-Titanat, eine stets steigende Verwendung. Die Beimengung von Fremdatomen (z. B. Blei, in jüngster Zeit mit großem Erfolg Zirkon) bewirkt eine beträchtliche Erhöhung des Curie-Punktes und gleichzeitig eine Verminderung der Verluste.

Es ist gelungen, aus Barium-Titanat Sonden herzustellen, die nur ein Zehntel eines Millimeters dick sind. Damit bleibt auch noch im Mega-Hertz-Bereich die Abmessung der Sonde klein gegenüber der Wellenlänge des Ultraschalls. Die neu-entwickelten akustisch-optischen Bildwandler mit elektronischer Abtastung der vom zu untersuchenden Schallfeld getroffenen piezoelektrischen Platte gestatten Ultraschallfelder direkt sichtbar zu machen und qualitativ auszumessen. (Schwellwert ca.  $10^{-9}$  Watt/cm<sup>2</sup> gegenüber  $10^{-3}$  Watt/cm<sup>2</sup> bei photographischen Methoden).

Ein Hauptgebiet der physikalischen Akustik stellt die Messung von Geschwindigkeit und Absorption des Schalls in Abhängigkeit von der Schallfrequenz und den Zustandsbedingungen des Prüfstoffes dar. Den Schlüssel zum Verständnis vieler Ausbreitungsvorgänge bilden die Relaxations-Erscheinungen. Spektraluntersuchungen und Ultraschallmessungen ergänzen sich hier gegenseitig bei der Klärung der Energieverhältnisse im Molekül. Sie geben Auskunft über die Größe der Energiequanten, die Dauer der Übertragung, die Stoßzahl usw. Durch Beimengung von Fremdgasen zum Grundgas (z. B. Wasserstoff oder Argon zu Kohlendioxyd) wird die Relaxationszeit meist verkleinert, manchmal aber auch vergrößert. — Bei Temperaturen, die über der Sprungtemperatur eines Supraleiters liegen, wird im Metall von den schwingenden Gittermolekülen Impuls an die Elektronen abgegeben, dadurch tritt eine Absorption in der Ultraschallwelle auf, die proportional dem Quadrate der Frequenz ist, solange die Wellenlänge größer als die mittlere freie Weglänge der Elektronen bleibt. — Erfolgen die Messungen in einem magnetischen Gleichfeld bei hinreichend hohen Frequenzen, dann treten Maxima und Minima der Absorption auf. Aus derartigen Untersuchungen läßt sich z. B. der mittlere Impuls der Elektronen oder die Zahl der freien Elektronen pro  $\text{cm}^3$  berechnen. — Auf dem Gebiete der praktischen Anwendung des Ultraschalls stehen derzeit Verfahren, die mit großer Amplitude bei relativ niedriger Frequenz arbeiten, im Vordergrund des Interesses (Reinigung, Prüfung der Ermüdung, Abnutzung, Haftkraft, Löten, Bohren). In vielen Fällen wird die erwünschte große Amplitude durch die Verwendung eines mechanischen Transformators erzielt.

## Nachmittag

### Einzelvorträge

Vorsitz: J. Fuchs (Innsbruck)

R. STEINMAURER (Phys. Inst. d. Univ. Innsbruck): *Die kosmische Strahlung im internationalen geophysikalischen Jahr.*

Über die Registrierung der kosmischen Strahlung (KS) am Hafelekar während des geophysikalischen Jahres und der anschließenden Monate mit einem Standard-Zählrohrteleskop und zwei Ionisationskammern konnten einige vorläufige Ergebnisse mitgeteilt werden:

1. Die Strahlungsintensität erreichte während des Maximums der Sonnenaktivität im Jahre 1957 wiederum ein Minimum, dem nach leichter Erholung, entsprechend einem neuerlichen Ansteigen der Sonnentätigkeit, in diesem Sommer ein zweites Minimum folgte. Während des Maximums der Aktivität schwankt die Intensität der KS innerhalb einer einzelnen Rotation wesentlich stärker als während des Minimums.

2. Im Mai und Juli 1959 sank die Strahlung während magnetischer Stürme plötzlich auf extrem tiefe Werte ab, ein Effekt, der in dieser Größe (8,5%) am Hafelekar noch nie beobachtet wurde. Erst nach Wochen kehrte die KS-Intensität wieder auf den Normalwert zurück.

3. Die Phasenlage des Tagesganges der KS in den Jahren 1957—59 paßt gut in den vermuteten 22jährigen Zyklus.

4. Außer mit dem Standard-Teleskop, das einen Öffnungswinkel von  $\pm 45^\circ$  hat, wurde gleichzeitig auch die aus zwei schmalen Winkelbereichen im Osten und Westen einfallende KS registriert.

Ferner wurde über den Van Allen'schen Strahlungsgürtel berichtet, der die wichtigste Entdeckung darstellt, die im Rahmen des geophysikalischen Jahres auf dem Gebiete der KS gemacht wurde.



P. KUTTNER (Siemens-Schuckertwerke AG. Reaktor-Entwicklung, Erlangen): *Die Störung des epithermischen Flusses durch mehrschichtige Sonden im Brennelement eines heterogenen Reaktors.*

Es wurde die Störung des epithermischen Flusses durch mehrschichtige Sonden im Brennelement eines heterogenen Reaktors mit Hilfe einer Dreigruppendiffusionstheorie berechnet. Diese Störung ist als Korrektur bei den Aktivierungsmessungen im Resonanzgebiet anzubringen. Gleichzeitig konnte eine Aussage über die Dicke der zwischen Cadmiumabschirmung und Aktivierungsfolie anzubringenden Brennstoffschicht gemacht werden, bei der die epithermische Flußstörung ein Minimum erreicht.

H. GRÜMM (Forschungsabt. der S.G.P., Wien): *Physikalische Gesichtspunkte zur Typenwahl eines österreichischen Leistungsreaktors.*

Die Inangriffnahme eines Vorprojekts für ein kleines Versuchskernkraftwerk in Österreich erfordert sorgfältige Auswahl der Reaktortype. Das Kernkraftwerk soll einerseits Strom zu möglichst niedrigen Kosten erzeugen, andererseits der Ausbildung qualifizierter technischer und wissenschaftlicher Kräfte auf dem Kernenergiegebiet dienen. Aus diesem Grunde muß das vorhandene technisch-wissenschaftliche Potential und das einschlägige Produktionsspektrum der österr. Industrie berücksichtigt werden. Eine nähere Untersuchung zeigt, daß in erster Linie drucklose oder mit Druckrohren versehene Reaktoren mit wasserstoffhaltigem Moderator von Interesse sind.

F. PUTZ (Wien): *Die Gewichtsfunktion des ASTRA.*

Auf Grund der Daten für die Brennstoffelemente des Forschungsreaktors in Seibersdorf bei Wien wurden Core-Berechnungen für zwei einfache geometrische Anordnungen durchgeführt: ein allseits von einem  $H_2O$ -Reflektor umgebenes  $5 \times 4$ -Core und ein  $4 \times 4$ -Core mit endlichem Graphitreflektor. Die den einzelnen Reaktorparametern zukommenden Gewichtsfunktionen wurden nach dem Störungsverfahren der Diffusionstheorie für zwei Energiegruppen ermittelt. Bei der numerischen Auswertung, die mit Hilfe einer IBM-650 erfolgte, wurde besonderes Gewicht auf eine strenge Berechnung der Savings gelegt.

A. BIRKHOFFER und F. CAP (Innsbruck): *Stoßquelle schneller Neutronen im homogenen thermischen Reaktor, Bestimmung der räumlich-zeitlichen Flußverteilung.* (Vorgetr. von A. Birkhofer)

In der diffusions-theoretischen Reaktordynamik ergaben sich im Rahmen der  $n$ -Gruppentheorie bei Vernachlässigung der verzögerten Neutronen  $n$  homogene, in Raumteil und Zeitteil separierbare partielle Differentialgleichungen. Ist jedoch eine Stoßquelle diskreter Energie vorhanden, so ist die Separation selbst bei Punkt- oder Flächenquellen nicht mehr durchführbar, weil der Quotient aus den Raumteilen der Neutronenflüsse verschiedener Energien nicht mehr gleich einer Separationskonstanten gesetzt werden kann. Beim Problem einer im Ursprung eines unendlich ausgedehnten Plattenreaktors sitzenden punktförmigen Stoßquelle schneller Neutronen läßt sich jedoch der Fluß der schnellen und der thermischen Neutronen sowie der Zündstoß in Fourierreihen entwickeln. Führt man dann eine Laplace-Transformation durch, so erhält man aus den zwei ursprünglich von  $x$  und  $t$  abhängigen Diffusionsgleichungen für die schnellen und die thermischen Neutronen eine gewöhnliche Differentialgleichung vierter Ordnung, die leicht gelöst werden kann. Nach Rücktransformation erhält man die räumlich-zeitliche Flußverteilung der thermischen Neutronen. Der Vergleich die-

ses aus der Zweigruppentheorie stammenden Ausdruckes mit der mit Hilfe der Eingruppentheorie für das Problem der thermischen Stoßquelle gerechneten thermischen Flußverteilung ist für das Problem der Zündung eines Reaktors recht lehrreich und wurde diskutiert.

*F. CAP und H. REIMANN (Innsbruck-München): Geschlossene Lösung der stationären Mehrgruppen-Diffusionsgleichung eines reflektierten Sphäroidreaktors, Anpassung des zylindrischen Reaktors an den Sphäroidreaktor. (Vorgetr. von H. Reimann)*

In der stationären Reaktorthorie kann man für jedes homogene Raumelement zu einer Diffusionsgleichung des Neutronenflusses

$$\Delta \Phi(x, y, z) + k^2 \Phi(x, y, z) = 0$$

gelangen, unabhängig davon, ob mit einer oder mehreren Neutronengruppen gerechnet wird. Eine geschlossene Lösung der Diffusionsgleichung für die Anordnung zylindrischer Reaktorcore mit Reflektormantel und Reflektordeckeln ist nicht möglich, weil bei der anzusetzenden Separation einige der Konstanten für die radiale und die achsiale Richtung rein reell und rein imaginär sein müßten, um die Randbedingungen zu erfüllen, d. h. daß die Zylinderkanten eine Lösung unmöglich machen. In der Praxis hat man bisher solche Anordnungen durch Überlagerung zweier geschlossen lösbarer Probleme zu dem gewünschten berechnet; z. B. unendlich langer reflektierter Zylinder-Reaktor mit unendlich breitem reflektierten Plattenreaktor.

Beim Sphäroidreaktor kann prinzipiell eine geschlossene Lösung der Diffusionsgleichung für beliebig viele homogene konfokale Sphäroidschalen und für beliebig viele Neutronengruppen angegeben werden. Eine praktische Grenze ergibt sich durch den Rechenaufwand, der mit durch die Vielzahl der Sphäroidfunktionen, für die noch wenige Tabellen bestehen, bestimmt wird. Die Annäherung des zylindrischen Reaktors durch einen Sphäroidreaktor erfolgt über Extremwertansätze, und die Bedingung für den kritischen Zustand. Für den rotationssymmetrischen Fall erhält man zwei Gleichungen zwischen den Abmessungen  $r$  und  $h$  des Zylinders und den Abmessungen  $a$  und  $b$  des Rotationsellipsoids und somit den für eine praktische Berechnung eines zylindrischen Reaktors notwendigen Zusammenhang zwischen materiellen und geometrischen Reaktorkonstanten.

*F. CAP und E. HOFINGER (Inst. f. Theor. Phys. d. Univ. Innsbruck): Über einige Klassen von stationären zweidimensionalen Potentialströmungen der Magnetogasdynamik. (Vorgetr. von E. Hofinger)*

Chandrasekhar hat kürzlich darauf hingewiesen [Proc. Nat. Acad. Sci. USA 42, 4 (1956)], daß es Magnetfelder gibt, für die  $\text{rot}(\text{rot} \mathbf{f} \times \mathbf{f}) = 0$  gilt. Diese Bedingung kommt auch in der Magnetohydrodynamik vor, wenn man Potentialströmung erzwingen will. Es wurden daher von den Verff. systematisch die Voraussetzungen für Potentialströmungen kompressibler und inkompressibler Plasmen unendlicher Leitfähigkeit untersucht. Es zeigte sich, daß unter stark einschränkenden Voraussetzungen in einem Plasma Potentialströmungen möglich sind; insbesondere wurden stationäre zweidimensionale Strömungen eines kompressiblen und eines inkompressiblen Mediums systematisch untersucht und einzelne Lösungen diskutiert.



G. F. KOHLMAYR (Inst. f. Theor. Phys. d. TH Graz): *Die Greensche Funktion zum Integrodifferentialoperator der stationären Neutronentransporttheorie.*

Das stationäre, von Orts- und Geschwindigkeitskoordinaten abhängige Neutronenfeld in materiellen Medien kann durch eine lineare partielle inhomogene Integrodifferentialgleichung (Transportgleichung) beschrieben werden. Handelt es sich um endliche Systeme, so kann man bei fehlender Fremdquelle ein Eigenwertproblem formulieren; als geeigneten Parameter verwendet man hierfür in neutronenvermehrenden Medien zweckmäßigerweise die fiktive Spaltneutronenzahl. Aus der Neutronenbilanz des zeit-revertierten Transportvorgangs folgt die adjungierte Transportgleichung; die Lösungen der Transport- und adjungierten Transportgleichung genügen einer Reziprozitätsrelation. Die Eigenlösungsfelder der Transport- und die dazu orthogonalen Eigenlösungsfelder der adjungierten Transportgleichung können zu einer formalen Bilinearreihendarstellung der Greenschen Funktion des Transportoperators dienen, die eine exakte Formulierung des Kritizitätsproblems ermöglicht. Die mathematische Behandlung praktischer Fälle wurde kurz diskutiert.

O. HITTMAYER (Wien): *Winkelverteilungsverhältnisse bei Kernspaltungen.*

Der Ausdruck der Spaltungswinkelverteilung, der sich bei Zugrundelegen des kollektiven Kernmodells und unter Annahme bewahrter axialer Symmetrie nach dem Sattelpunkt ergibt, wird nach der Eingangsseite hin ausreduziert, so daß sich das Ergebnis in Form von Legendre-Polynomen und Racah-Koeffizienten ausdrückt. Die inkohärente Summierung über die Zwischenkernzustände, die hierbei klar zutage tritt, ergibt ganz allgemein Symmetrie der Winkelverteilung um  $90^\circ$  und Verteilungseffekte durch polarisierte Neutronen nur für Anfangskerne mit von Null verschiedenem Spin. Die Leistungsfähigkeit der Formel erweist sich bei Errechnung der Winkelverteilung für Spaltungsresonanzen einzelner Rotationsbanden. Für die bekannte Spaltungsresonanz von Th 232 für 1,60 MeV-Neutronen wird die Parität der in Erscheinung tretenden  $3/2$ - und  $1/2$ -Banden eindeutig als negativ erwiesen. Die Spaltungsbreiten wurden dabei innerhalb der einzelnen Banden als gleich und die Neutronen-Absorptionsbreiten nur durch den Durchdringungsfaktor verschieden angenommen. Das Verhältnis des Resonanzbeitrags der  $3/2$ -Bande zu dem der  $1/2$ -Bande ergibt sich als 1:0,151.

K. BAUMANN und A. HÖLD (Inst. f. Theor. Phys. d. Univ. Wien): *Über die Renormierung der Kopplungskonstanten beim  $\beta$ -Zerfall.* (Vorgetr. von K. Baumann)

Von Abrikosov u. a. [Phys. Rev. 111, 321 (1958)] wurde eine Theorie von Kontaktwechselwirkungen mit zwei Abschneidradien  $\Lambda^{-1}$ ,  $\lambda^{-1}$  und einer Kopplungskonstanten  $g = g(\Lambda, \lambda)$  angegeben, welche im Limes  $\lambda^{-1} = 0$ ,  $\lambda/\Lambda = 0$  streng auswertbar ist. Legt man den Kernkräften eine solche Wechselwirkung zugrunde, dann versteht man ohne ad-hoc-Hypothese die Nichtrenormierung der Vektorkopplungskonstanten beim Betazerfall. Für den Renormierungsfaktor der Axialvektorkopplung liefert  $g = \Lambda^{-2}$  den Wert  $1 + \lambda^2 + 8\lambda^2$ . Dies ist deshalb von Interesse, weil in der statischen Näherung der Mesontheorie dieser Wert nur kleiner als eins sein kann, entgegen dem experimentellen Befund. Das Verschwinden jedes Renormierungseffektes mit  $\lambda/\Lambda = 0$  erklärt sich aus dem Verschwinden der Nukleon-Nukleon-Streuung im gleichen Limes.

H. PIETSCHMANN (Wien): *Zur Erklärung der Elektron-Myon Massendifferenz.*

Elektron und Myon haben trotz ihrer großen Massendifferenz innerhalb der Fehlergrenzen gleiches magnetisches Moment. Dies ist zu berücksichtigen, will man die Massendifferenz als Selbstmasse durch Ankoppelung eines Bosonfeldes an das Myonfeld erklären. Für das von J. Schwinger [Annals of Phys. 2, 407 (1957)] postulierte, isoskalare  $\sigma$ -Feld wurden entsprechende Rechnungen von W. S. Cowland [Nucl. Phys. 8, 397 (1958)] für direkt gekoppeltes  $\sigma$ -Feld im Grenzfall großer  $\sigma$ -Massen durchgeführt. Die richtige Größenordnung für Myon-Selbstmasse und anomales magn. Moment ergab sich dabei nur für skalares  $\sigma$ -Feld und  $\sigma$ -Massen von mindestens drei Nukleonmassen. Genauere Rechnungen zeigen jedoch, daß auch im pseudoskalaren Fall für  $\sigma$ -Massen von ca. 360 Elektronmassen die empirischen Ergebnisse richtig wiedergegeben werden. Gradientenkopplung liefert im skalaren Fall keine Selbstmasse (in Übereinstimmung mit dem Äquivalenztheorem); im pseudoskalaren Fall muß zwar wieder die  $\sigma$ -Masse größer als der Abschneideradius sein, jedoch genügen bereits  $\sigma$ -Massen von zwei Nukleonmassen, um mit den experimentellen Ergebnissen in Übereinstimmung zu kommen.

L. BREITENHUBER (Inst. f. Theor. Phys. d. TH Graz): *Über die Anregung von Hohlrohrwellen durch Multipole.* (Vortrag fiel aus)